

1. 研究目的

1.1 背景

- 水環境数値シミュレーションモデルはまだ研究発展段階にあり、環境影響評価を行うための統一モデルが存在しない
- 港湾空港技術研究所が開発した流動生態系シミュレーションシステムEcoPARI(田中・鈴木、2010;田中ら、2011)の活用が期待されるHowever, the optimal method for setting calculation conditions during DA is currently unclear.

1.2 課題

- EcoPARIは高度であるが故、計算コストがかかる。大型計算機を所有していない者でもEcoPARIの利用可能な環境を構築する必要がある。
- 水環境をシミュレーションするための生態系モデルは、多くの設定すべきパラメータがあり、それらを客観的に決定する手法が求められる。港湾空港技術研究所はデータ同化と遺伝的アルゴリズムという手法で、パラメータを客観的に決定するためのシステムをEcoPARIに組み込んでいるが、効率的に研究を進めるためには大型計算機を活用したパラメータ調整システムの構築が必要である。

1.3 目的

- 本研究では基盤となるEcoPARIを開発してきた国研、環境分野の技術開発を得意とする建設コンサルタント、高速化を得意とする大学・ソフトウェア開発会社を含めた学際的共同により、水環境数値シミュレーションを実施するマルチプラットフォームを形成する。

2. JHPCNとして実施する必要性

- 研究開発には、国研、建設コンサルタント、大学、ソフトウェア開発会社の学際的共同が不可欠であり、異なる組織が連携して研究開発を進めるにはネットワークを介して使用できる計算機基盤が必要である。
- データ同化及び遺伝的アルゴリズムを使用したパラメータ調整や観測値をネットワークで取り込むリアルタイムシミュレーションは大規模計算/ネットワーク環境での実施が必須となる。

3. 研究の意義

3.1 実務面の意義

- 公共事業の正確な環境影響評価の実施のための客観的な数値シミュレーション結果。
- 民間企業を含めた幅広い利用。
- 大規模CPU/GPUを使った高速化による客観的なパラメータ調整。

3.2 学術面の意義

- 応募者らによるデータ同化(Matsuzaki and Inoue, 2022)と遺伝的アルゴリズムを活用したパラメータ調整システムの構築は、正確な水環境数値シミュレーションの実施のためのブレイクスルーとなる。

4. 研究計画

4.1 EcoPARIの三大湾への適用

- SQUIDの汎用CPUノード群で単純に早く計算、三大湾(東京湾、伊勢湾、大阪湾)へのApplication。
- OpenMP化によるSQUIDベクトルノード群とOdysseyを対象とした高速化
- データベース(境界条件ファイル、計算結果検証用観測データ)を整備

4.2 データ同化と遺伝的アルゴリズムによるモデルのパラメータチューニング

- データ同化システムのSQUID CPUノード群に実装
- 遺伝的アルゴリズムをSQUID CPUノード群に実装
- EcoPARI-simulatorのGPU化、Aquariusに実装

5. 2022年度までの研究成果

- 伊勢湾再生行動計画に則ってEcoPARIの開発に取り組んできた(田中・鈴木、2010;田中ら、2011)。EcoPARIは、東京湾、相模湾、大阪湾、広島湾、宍道湖・中海、有明海等、幅広い適用実績がある。
- 今回提案するパラメータ調整システムのうち、データ同化モデルは伊勢湾を対象とした実績があり(Matsuzaki and Inoue, 2022)、沿岸域において実観測値を使用した長期間のデータ同化に成功した世界初の事例である。
- 「海の天気予報」・「浮遊ゴミ・油予測システム(松崎・藤田、2014;松崎、2016)」といったリアルタイムシミュレーションシステムの開発にも取り組んでいる。また、それらを高解像度・高精度に実施するためにWRFによる海上気象の高解像度シミュレーションの実施(Matsuzaki et al. 2020)と、水環境数値シミュレーションモデルへの適用(Hafeez et al. 2021)の実績がある。

References

- 田中陽二, 鈴木高二郎. (2010). 密度流湧昇流の計算を目的とした三次元沿岸域流動モデルの開発について. 港湾空港技術研究所報告, 49(1), 3-25.
- 田中陽二, 中村由行, 鈴木高二郎, 井上徹教, 西村洋子. (2011). 微生物ループを考慮した浮遊生態系モデルの構築. 港湾空港技術研究所報告, 50(2), 3-68.
- Matsuzaki, Y., & Inoue, T. (2022). Perturbation of Boundary Conditions to Create Appropriate Ensembles for Regional Data Assimilation in Coastal Estuary Modeling. Journal of Geophysical Research: Oceans. <https://doi.org/10.1029/2021JC017911>
- 松崎 義孝, 藤田 勇 (2014). 海水面における流出油の拡散・移流に関する数値計算法の開発と油流出事故の再現計算. 土木学会論文集B2(海岸工学)
- 松崎 義孝(2016). 油拡散粒子モデルOIL-PARIによる漂流油のリアルタイム予測. マリンエンジニアリング
- Yoshitaka Matsuzaki, Takashi Fujiki, Koji Kawaguchi, Tetsunori Inoue, Takumu Iwamoto (2020). Application of the WRF model to the coastal area at Ise Bay, Japan: evaluation of model output sensitivity to input data. Coastal Engineering Journal
- Muhammad Ali Hafeez, Yoshiyuki Nakamura, Takayuki Suzuki, Tetsunori Inoue, Yoshitaka Matsuzaki, Kangnian Wang, Abdul Moiz (2021). Integration of Weather Research and Forecasting (WRF) model with regional coastal ecosystem model to simulate the hypoxic conditions. Science of The Total Environment

学術的研究要素

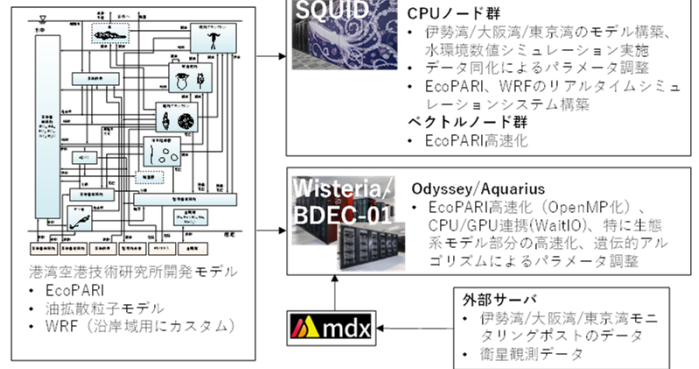
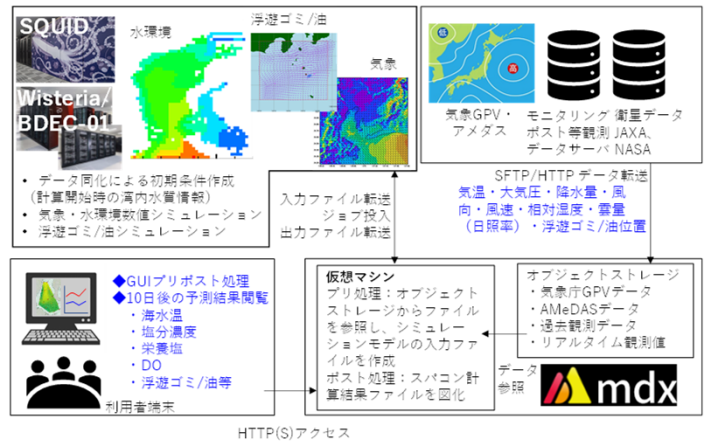


図-1 学術的研究要素

開発研究要素と、学術的研究要素を踏まえた3年後の成果



HTTP(S)アクセス

図-2 開発研究要素と学術的研究要素を踏まえた3年後の成果

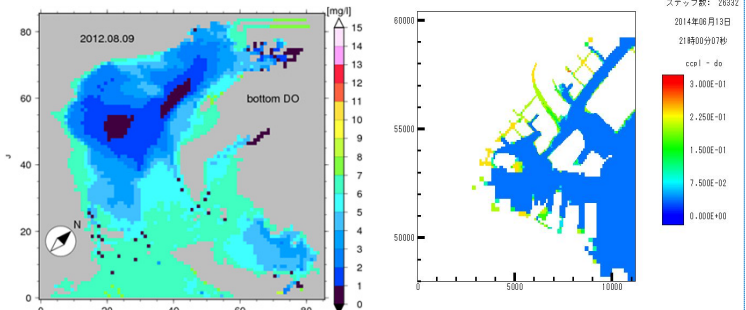


図-3 伊勢湾の底層溶存酸素の水平分布. 図-4 BCM(詳細地形)による横浜港内の底層DOの水平分布. 地形を詳細に表現することで、浅場造成などの局所的な地形変化が水質に与える影響を予測できる。

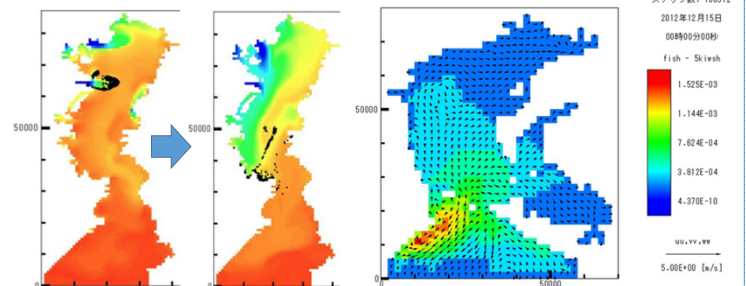


図-5 東京湾における粒子追跡結果。多摩川から放流された粒子(黒い点)が湾口のほうに流されているのが確認できる。図-6 魚類モデルによるカクチイワシの水平分布図。外洋水のほうが温かいため、湾口付近に集中していることが確認できる。

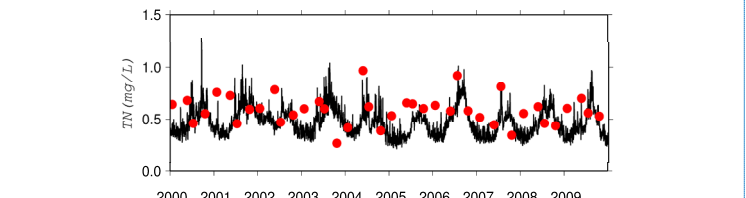


図-7 栄養塩の時系列分布図(赤丸が観測値、黒線がシミュレーション結果) EcoPARIでは窒素、リンなどの栄養塩の計算も可能である。また、植物プランクトンや動物プランクトンのシミュレーションも可能である。